

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 785 635 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
23.07.1997 Bulletin 1997/30

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **H04B 1/713**(21) Numéro de dépôt: **96402893.0**(22) Date de dépôt: **26.12.1996**

(84) Etats contractants désignés:  
DE FR GB IT

- Louzir, Ali  
92050 Paris la Defense Cedex (FR)
- Haquet, Gérard  
92050 Paris la Defense Cedex (FR)

(30) Priorité: **29.12.1995 FR 9515741**

(71) Demandeur: **THOMSON multimedia**  
92050 Paris La Défense (FR)

(74) Mandataire: **Ruellan-Lemonnier, Brigitte**  
**THOMSON multimedia,**  
46 quai A. Le Gallo  
92648 Boulogne Cédex (FR)

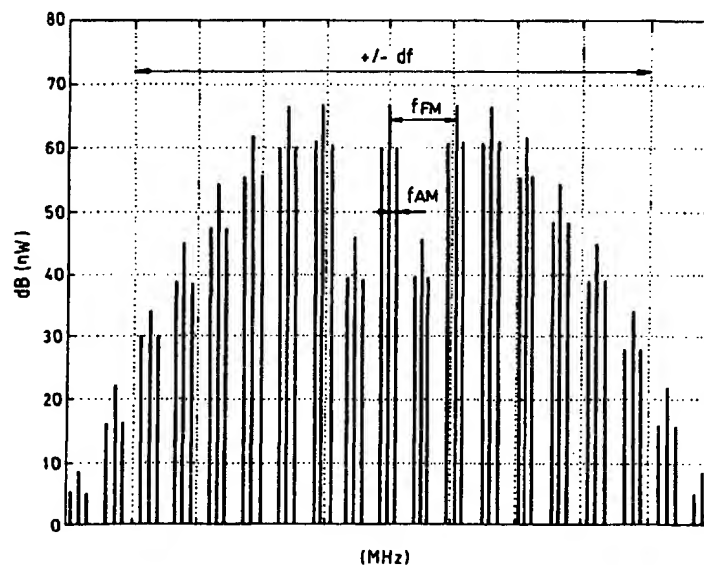
(72) Inventeurs:  
• Harrison, David  
92050 Paris la Defense Cedex (FR)

(54) **Procédé et dispositif de transmission avec diversité de fréquence utilisant une pluralité de porteuses non corrélées**

(57) La présente invention se rapporte au domaine des transmissions sans fil et concerne particulièrement un procédé de diversité de fréquence permettant de réaliser un étalement du spectre d'une porteuse SHF modulée (Super High Frequency en langue anglaise) de fréquence  $f_p$  destinée à transporter une information entre un émetteur et au moins un récepteur.

Selon un mode de réalisation préféré du procédé

de l'invention, on module en amplitude la porteuse SHF par une porteuse VHF (very high frequency en langue anglaise) de fréquence  $f_{AM}$ , préalablement modulée en fréquence par un signal  $S_1$  représentant l'information à transmettre, et simultanément, on commande les variations de la fréquence  $f_p$  de la porteuse SHF, par un signal sinusoïdal  $S_c$  de fréquence  $f_{FM}$  choisie préférentiellement égale à  $f_{AM}$ , de manière à réaliser une modulation en fréquence de ladite porteuse SHF.

**FIG. 2****EP 0 785 635 A1**

## Description

La présente invention se rapporte au domaine des transmissions sans fil et concerne particulièrement un procédé de diversité de fréquence permettant de réaliser un étalement du spectre d'une porteuse SHF modulée (Super High Frequency en langue anglaise), de fréquence  $f_p$ , destinée à transporter une information entre un émetteur et au moins un récepteur. Cet étalement du spectre est réalisé de façon connue en soi, par variation continue de la fréquence  $f_p$  dans une bande déterminée de manière à transmettre, entre un émetteur et au moins un récepteur, un signal dont le spectre comporte une pluralité de fréquences représentant une pluralité de porteuses non corrélées.

L'invention concerne également un émetteur destiné à mettre en oeuvre le procédé objet de l'invention.

Dans les procédés de transmission sans fil connus, basés sur une modulation d'une porteuse SHF, les signaux transmis par l'émetteur atteignent le récepteur selon une pluralité de trajets distincts. Il en résulte au niveau du récepteur des interférences susceptibles de provoquer des évanouissements du signal transmis et par conséquent une perte ou une dégradation de l'information à transmettre.

La figure 1 illustre un exemple d'évolution de la puissance reçue par un récepteur selon un procédé de l'art antérieur dans une bande de fréquence s'étendant de 5,7 GHz à 5,9 GHz. Comme on peut le voir sur cette figure, la courbe de puissance présente plusieurs chutes brutales se traduisant par des coupures ou des dégradations de la liaison émetteur-récepteur. Les fréquences correspondants aux minima de puissance varient selon la position spatiale du récepteur, et pour une position donnée, le niveau de puissance peut changer dans le temps en fonction de l'environnement qui peut être modifié par le mouvement des personnes par exemple. De telles coupures ou dégradations sont inacceptables dans des applications telles que la transmission de son entre un appareil de télévision et des haut-parleurs par exemple.

Les solutions utilisées dans l'art antérieur pour résoudre ce problème sont généralement basées sur des techniques telles que la diversité spatiale ou la diversité de fréquences. La diversité spatiale consiste à utiliser une antenne de transmission et une pluralité d'antennes de réception espacées de manière à décorrélérer les signaux reçus. Outre la multiplication du nombre d'antennes de réception utilisées, cette technique nécessite l'utilisation d'un dispositif complexe de combinaisons des signaux reçus par les différentes antennes.

La technique basée sur la diversité de fréquences classiques consiste à utiliser un émetteur séparé pour chaque fréquence porteuse. D'autre part une bonne stabilité de chacune des sources de fréquence est souvent nécessaire. Enfin, afin d'éviter l'évanouissement simultané des différentes porteuses, la largeur de la bande de fréquence séparant lesdites porteuses doit être su-

périeure ou égale à la largeur de la bande de cohérence du canal sans fil utilisé. En effet, à l'intérieur de la bande de cohérence, les signaux reçus sont très fortement corrélés, et l'efficacité de la diversité de fréquences classiques est très fortement réduite. Or, la largeur de la bande de cohérence dépend de l'environnement dans lequel se fait la transmission des signaux SHF. Aussi, la diversité de fréquences classiques utilisées dans un environnement donné n'est pas toujours adaptée à un environnement différent.

Le but de l'invention est de pallier les inconvénients de l'art antérieur. Selon le procédé de l'invention, on module en amplitude la porteuse SHF par une porteuse VHF de fréquence  $f_{AM}$ , préalablement modulée en fréquence par un signal  $S_1$  représentant l'information à transmettre, et simultanément on commande les variations de la fréquence  $f_p$  par un signal sinusoïdal  $S_c$  de fréquence  $f_{FM}$ .

Grâce à ce procédé, la puissance reçue par le récepteur est équivalente à la moyenne des puissances reçues via les différentes porteuses du spectre étalé sur la bande B. Ainsi, le niveau du signal reçu est maintenu relativement constant évitant des évanouissements brutaux dus aux interférences résultant du caractère multiple des trajets des signaux émis dans la gamme SHF.

Le procédé selon l'invention est mis en oeuvre au moyen d'un émetteur comportant trois étages montés en cascade, soit un étage RF (radiofréquence) d'amplification/filtrage du signal  $S_1$ , un étage VHF de modulation en fréquence de la porteuse VHF et un étage SHF de modulation en amplitude et en fréquence de la porteuse SHF.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, prise à titre d'exemple non limitatif, en référence aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 représente une courbe de variations de la puissance reçue par un récepteur selon un procédé de transmission sans fil de l'art antérieur ;
- la figure 2 représente un spectre étalé d'un signal transmis selon un procédé conforme à l'invention ;
- la figure 3a représente schématiquement un émetteur destiné à mettre en oeuvre un procédé conforme à l'invention ;
- la figure 3b représente schématiquement un récepteur associé à l'émetteur de la figure 3a ;
- la figure 4 représente un spectre d'un signal audio transmis au moyen d'un procédé et d'un émetteur selon l'invention ;
- la figure 5 représente un spectre d'une première porteuse modulée par le signal dont le spectre est représenté à la figure 4 ;
- la figure 6 représente un spectre d'une deuxième porteuse modulée par la première porteuse dont le spectre est représenté à la figure 5 ;
- la figure 7 représente un étage SHF de l'émetteur

- représenté à la figure 3a ;
- la figure 8 illustre schématiquement un exemple d'environnement d'utilisation d'un procédé selon l'invention ;
- la figure 9 représente schématiquement un transistor et son circuit de polarisation, utilisé dans l'étage SHF de la figure 7 ;
- la figure 10 représente un exemple de modulation de la tension de polarisation du transistor de la figure 9 ;
- la figure 11 représente les caractéristiques en courant-tension du transistor de la figure 9 ;
- les figures 12 et 13 représentent deux exemples de courants délivrés par le transistor de la figure 9.
- la figure 14 représente un signal modulé en amplitude obtenu par un mode préféré de réalisation de l'émetteur selon l'invention.

La figure 2 illustre un exemple de spectre étalé d'une porteuse SHF de fréquence  $f_p$  transmise entre un émetteur 10 et un récepteur 12 selon un procédé de diversité de fréquence caractérisé en ce que l'on varie de façon continue la fréquence  $f_p$  de la porteuse SHF dans une bande B déterminée de manière à transmettre au récepteur 12 un signal ayant un spectre comportant une pluralité de fréquences représentant une pluralité de porteuses non corrélées transportant chacune l'information à transmettre.

Selon un mode de réalisation préféré du procédé de l'invention, on module en amplitude la porteuse SHF par une porteuse VHF (very high frequency en langue anglaise) de fréquence  $f_{AM}$ , préalablement modulée en fréquence par un signal S1 représentant l'information à transmettre, et simultanément, on commande les variations de la fréquence  $f_p$  de la porteuse SHF, par un signal sinusoïdal Sc de fréquence  $f_{FM}$  choisie préférentiellement égale à  $f_{AM}$ , de manière à réaliser une modulation en fréquence de ladite porteuse SHF.

Dans un exemple particulier d'application de l'invention illustré à la figure 8, le signal S1 représente un signal audio émis par un émetteur agencé dans un appareil de télévision 14 vers au moins deux récepteurs agencés chacun dans un haut-parleur 16 situé à distance dudit appareil de télévision 14. Dans cet exemple d'application, le signal Sc et la porteuse VHF sont identiques et sont générés par une même source, et le signal audio S1 module en fréquence ladite porteuse VHF de fréquence  $f_{AM} = 1$  MHz, qui module ensuite, simultanément en amplitude et en fréquence, une porteuse SHF de fréquence  $f_p = 5,8$  GHz.

Des mesures effectuées dans l'environnement schématisé à la figure 8 montrent que dans une bande  $B = \pm 40$  MHz autour de la fréquence  $f_p = 5,8$  GHz et pour  $f_{AM} = f_{FM} = 1$  MHz, on limite notablement, d'une part, les inter-modulations entre la porteuse VHF et le signal Sc, et d'autre part, les pertes par distorsion du signal transmis.

Selon un mode préféré de réalisation, l'émetteur 10

mettant en oeuvre le procédé de l'invention comporte trois étages montés en cascade, soit un étage RF (radiofréquence) 20 d'amplification/filtrage du signal S1, un étage VHF 22 de modulation en fréquence de la porteuse VHF et un étage SHF 24 de modulation en amplitude et en fréquence de la porteuse SHF.

Comme on peut le voir sur la figure 7, l'étage SHF 24 comporte un module oscillateur 30 destiné à générer la porteuse SHF et comportant un circuit résonant 32 associé à un transistor 34 du type FET (Field Effect Transistor en langue anglaise). Le drain 36 dudit transistor 34 est relié, d'une part, à une source de tension continue Vcc, et d'autre part, à l'étage VHF 22 via un premier moyen de réglage 38 de l'amplitude de la porteuse VHF. Une entrée 40 de l'oscillateur 30 est reliée à un deuxième moyen de réglage 42 permettant de sélectionner l'excursion en fréquence, dans la bande B, de la porteuse SHF modulée en fréquence et en amplitude. Le circuit résonant 32 comporte un résonateur microbande 44 relié à une diode à capacité variable 46 dont l'anode 48 est polarisée par une source de tension continue 50 via un troisième moyen de réglage 52 permettant, d'une part, de régler la largeur de la bande B, et d'autre part, de compenser les dérives en fréquence de l'oscillateur 30. Le transistor 34 est relié à une antenne d'émission 54 via un étage atténuateur 56.

En superposant le signal Sc à la tension continue de polarisation de la diode 46, on produit des variations continues de la fréquence de résonance du circuit résonant 32, et partant, des variations de la fréquence d'oscillation du module oscillateur 30.

La figure 11 représente les caractéristiques en courant-tension du transistor 34 travaillant en mode grands signaux. L'amplitude de la porteuse SHF générée par l'oscillateur 30 est limitée par les non linéarités du transistor aux points C et D se trouvant sur la droite de charge 58 dudit transistor 34. Ainsi, en appliquant la porteuse VHF sur le drain 36 du transistor 34, la tension de polarisation dudit drain 36 est modifiée périodiquement comme cela est illustré sur la figure 10. Ceci se traduit par un déplacement du point de polarisation du transistor 34 de sa zone de fonctionnement en saturation 60 vers sa zone de fonctionnement linéaire 62, comme cela est illustré par les points A et B sur la figure 11. La figure 12 illustre le cas où le point de polarisation A est dans la zone 60 permettant d'obtenir un courant de drain dont l'amplitude est maximum, tandis que la figure 13 illustre le cas où le point de polarisation est dans la zone 62 provoquant une diminution de l'amplitude dudit courant de drain. Comme cela a été dit précédemment, la modulation d'amplitude de la dite porteuse SHF, illustrée par la figure 14, est obtenue par l'application de la porteuse VHF sur le drain 36 du transistor 34. Le niveau de pénétration du point de polarisation dans la zone de fonctionnement linéaire 62 permet d'ajuster l'indice de modulation d'amplitude de la porteuse SHF. Ledit niveau de pénétration est commandé par le premier moyen de réglage 38 et dépend de l'amplitude de la por-

teuse VHF.

L'étalement du spectre de fréquence de la porteuse SHF modulée est ajusté par le troisième moyen de réglage 52 permettant de modifier la tension continue de polarisation de la diode à capacité variable 46 produisant ainsi une variation de la valeur de la capacité de ladite diode 46.

L'étage SHF selon l'invention permet, simultanément, de générer la porteuse SHF et de réaliser la modulation en amplitude et la modulation en fréquence de la dite porteuse SHF.

#### Revendications

1. Procédé de diversité de fréquences permettant de réaliser un étalement du spectre d'une porteuse SHF de fréquence  $f_p$  en variant de façon continue la fréquence  $f_p$  dans une bande déterminée de manière à transmettre, d'un émetteur (10) vers au moins un récepteur (12), un signal dont le spectre comporte une pluralité de fréquences représentant une pluralité de porteuses non corrélées, caractérisé en ce que l'on module en amplitude la porteuse SHF par une porteuse VHF de fréquence  $f_{AM}$ , préalablement modulée en fréquence par un signal  $S_1$  représentant l'information à transmettre, et simultanément, on commande les variations de la fréquence  $f_p$  par un signal sinusoïdal  $S_c$  de fréquence  $f_{FM}$ .
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal  $S_1$  représente un signal audio émis par un émetteur agencé dans un appareil de télévision (14) vers au moins deux récepteurs agencés chacun dans un haut-parleur (16) situé à distance de l'appareil de télévision (14).
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal  $S_c$  et la porteuse VHF sont générés par la même source et,
 
$$f_p = 5,8 \text{ GHz et } f_{AM} = f_{FM} = 1 \text{ MHz.}$$
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la bande de fréquence B s'étend de  $\pm 40 \text{ MHz}$  autour de la fréquence  $f_p = 5,8 \text{ GHz}$ .
5. Emetteur destiné à mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte trois étages montés en cascade, soit un étage RF (20) d'amplification/filtrage du signal  $S_1$ , un étage VHF (22) de modulation en fréquence de la porteuse VHF et un étage SHF (24) de modulation en amplitude et en fréquence la porteuse SHF.
6. Emetteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'étage SHF comporte un module oscillateur (30) comportant un circuit résonnant (32) associé à

un transistor (34) du type FET dont le drain (36) est relié, d'une part, à une source de tension continue  $V_{cc}$ , et d'autre part, à l'étage VHF (22) via un premier moyen de réglage (38) de l'amplitude de la porteuse VHF délivrée par ledit étage VHF (22).

7. Emetteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que le circuit résonnant (32) comporte un résonateur microbande (44) associé à une diode à capacité variable (46) dont l'anode (48) est reliée, d'une part, à une deuxième moyen de réglage (42) permettant de sélectionner l'excursion en fréquence, dans la bande B, de la porteuse SHF modulée en fréquence et en amplitude, et d'autre part, à un troisième moyen de réglage (52) permettant d'une part de régler la largeur de la bande B, et d'autre part, de compenser les dérives en fréquence de l'oscillateur (30).

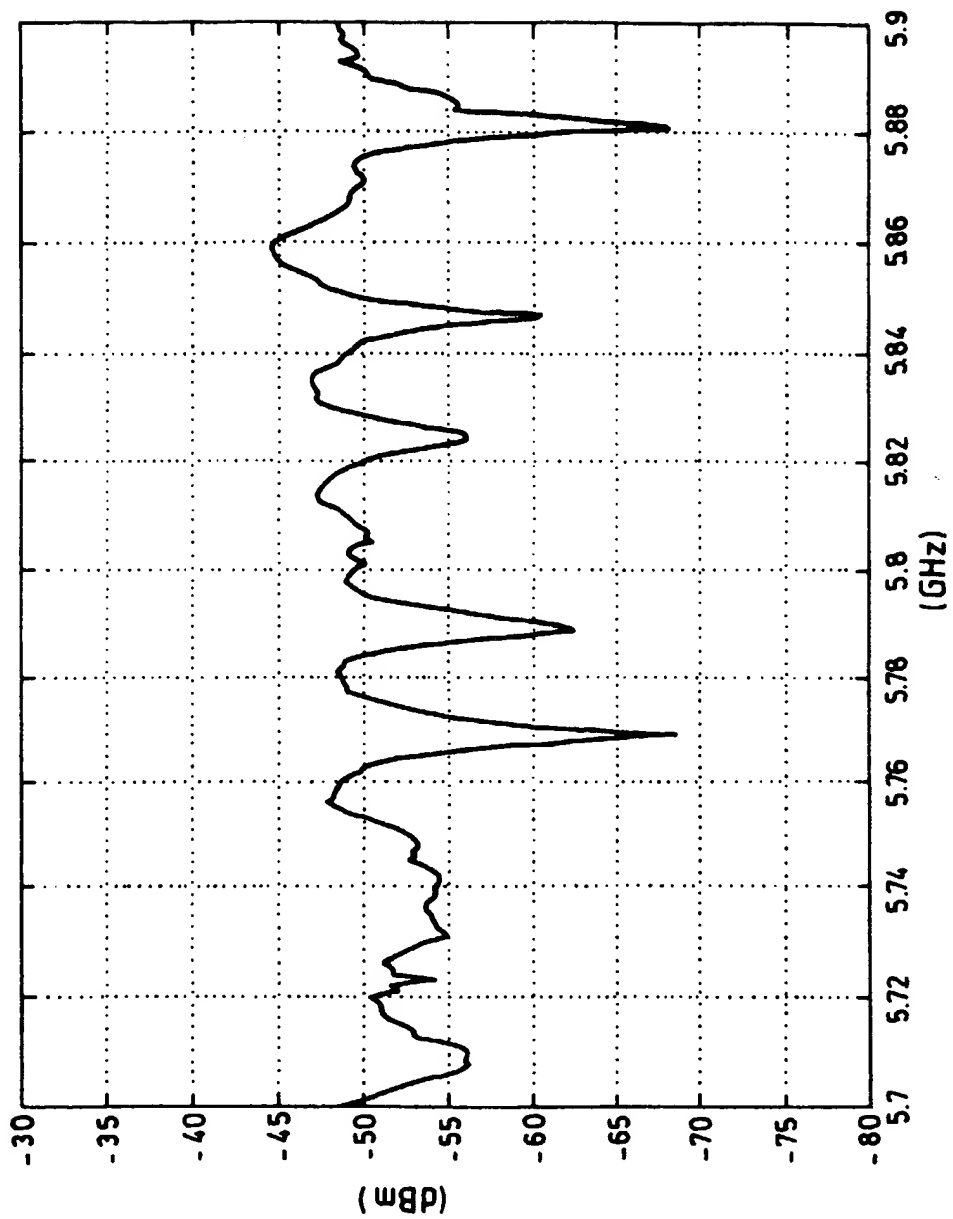
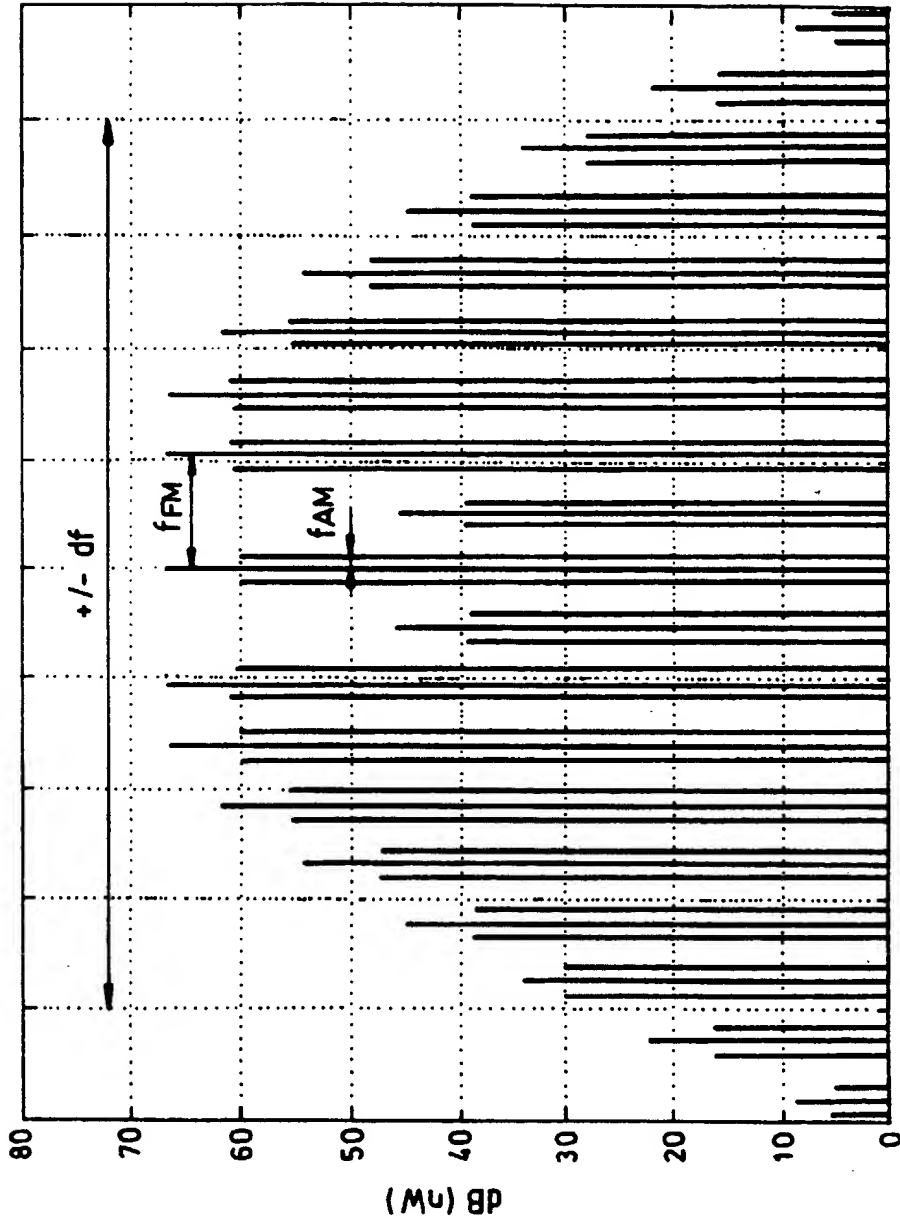
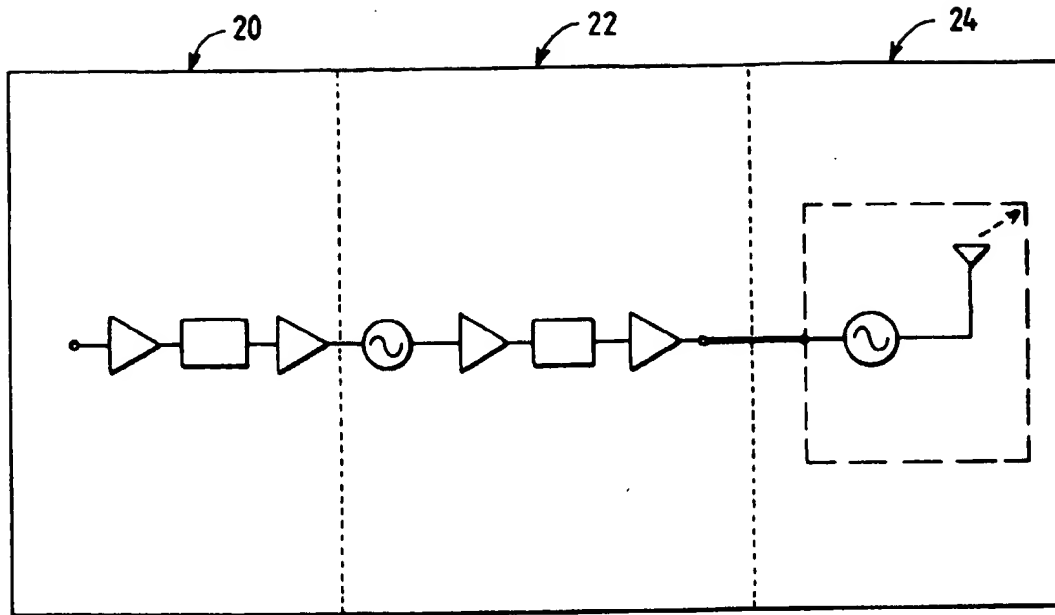


FIG. 1



(MHz)  
**FIG.2**



10

FIG. 3a

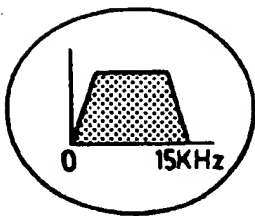


FIG. 4

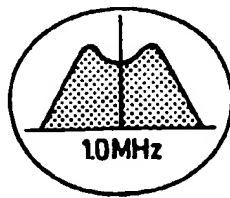


FIG. 5

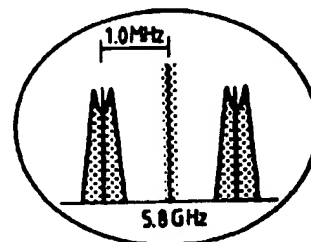
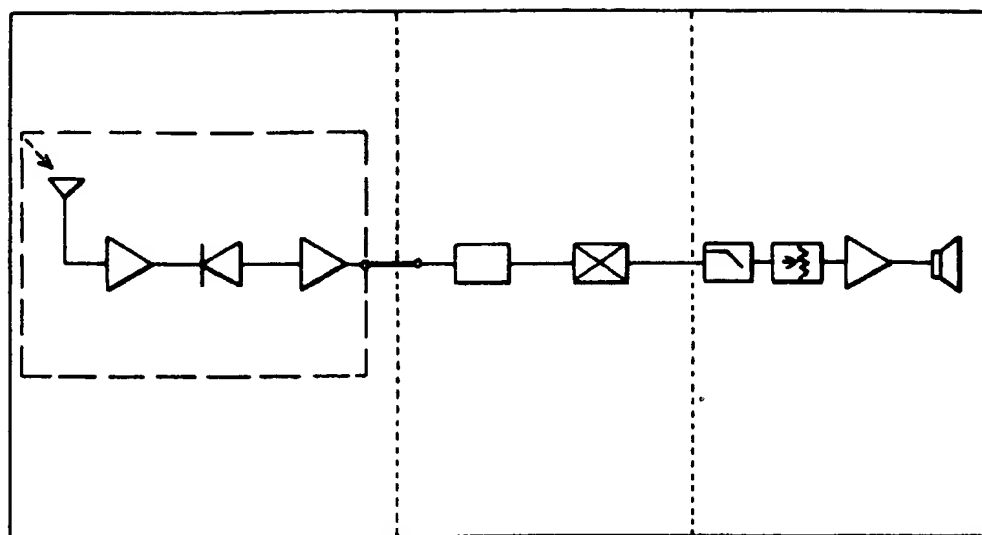


FIG. 6



12 ↗

FIG.3b

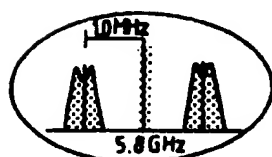


FIG.6

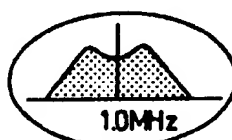


FIG.5

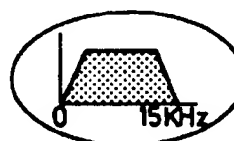


FIG.4



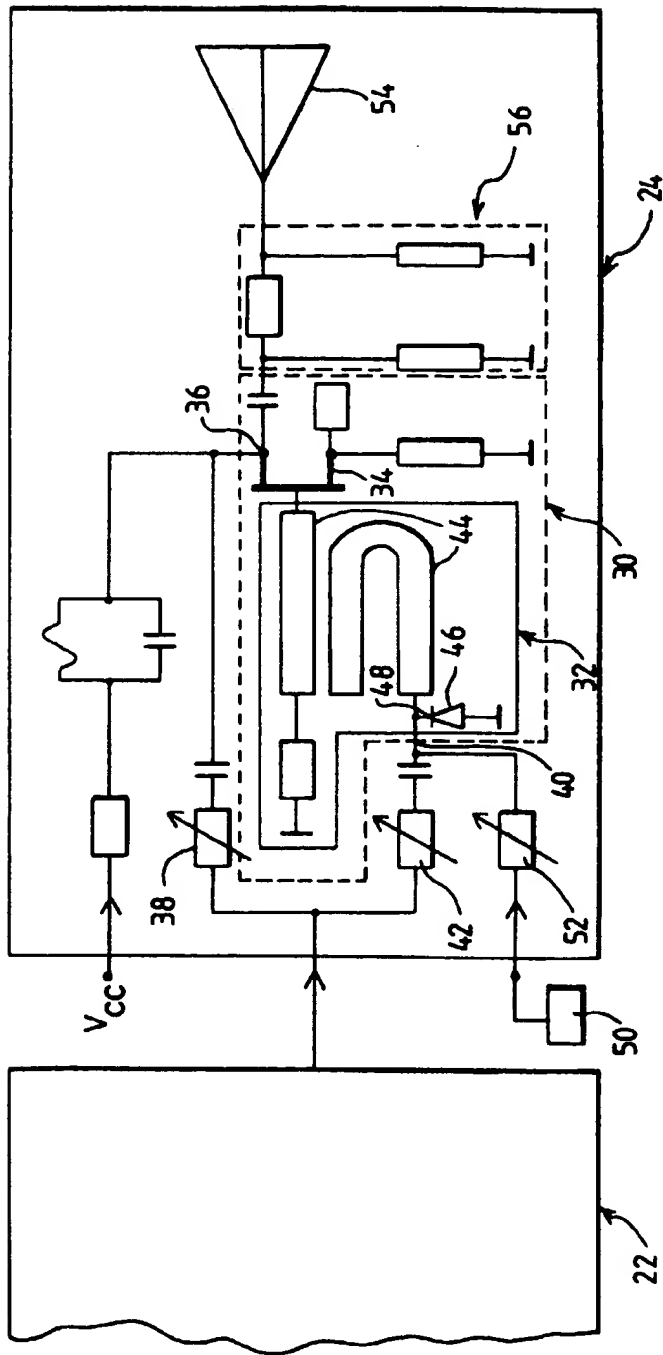


FIG. 7

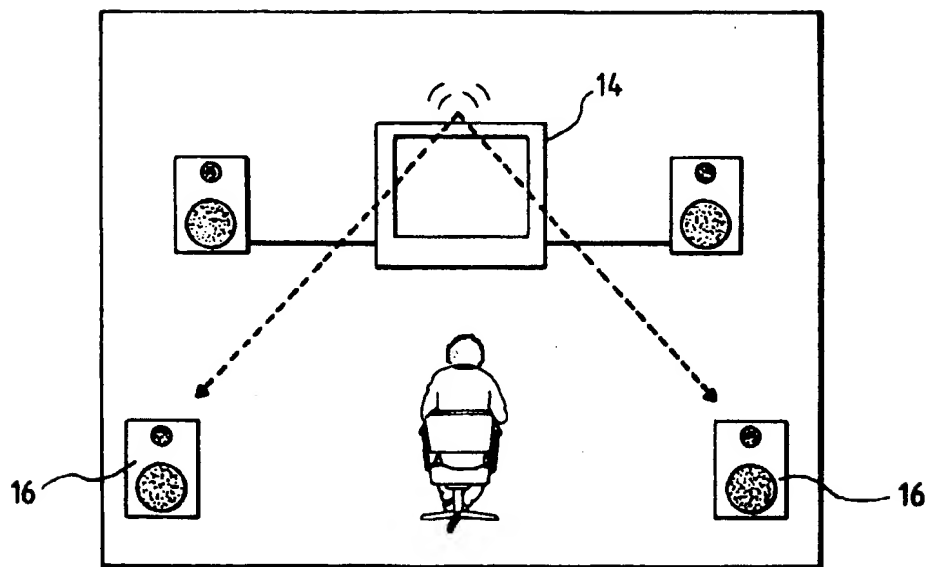


FIG. 8

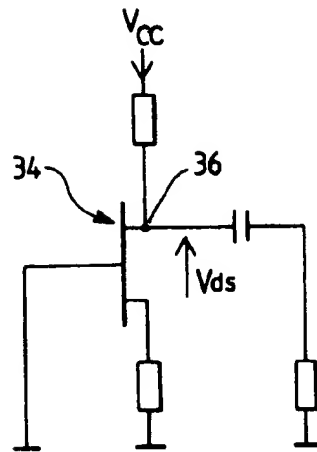


FIG. 9

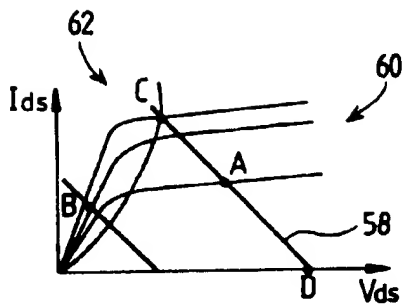


FIG.11

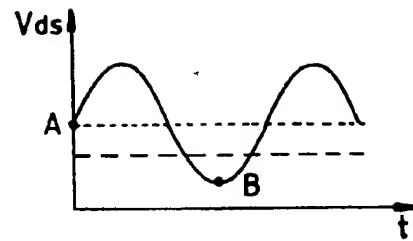


FIG.10

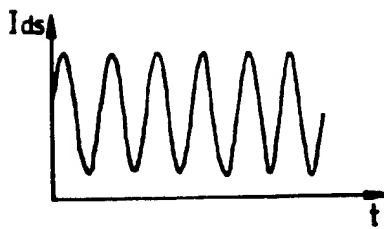


FIG.12

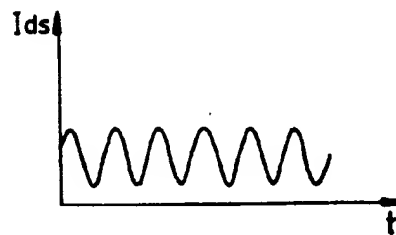


FIG.13

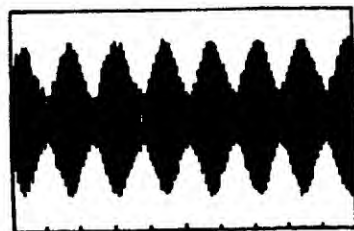


FIG.14



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 96 40 2893

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	GB 2 132 451 A (RACAL RES LTD) 4 Juillet 1984 * page 1, ligne 39 - ligne 88 * * page 2, ligne 61 - ligne 84 * * page 2, ligne 115 - ligne 126 * * page 3, ligne 57 - ligne 66 * * figure 4 *	1,5	H04B1/713
A	US 5 084 901 A (NAGAZUMI YASUO) 28 Janvier 1992 * colonne 2, ligne 37 - ligne 48 * * colonne 3, ligne 10 - ligne 28 *	1,5	
A	FR 2 573 594 A (THOMSON CSF) 23 Mai 1986 * page 2, ligne 25 - ligne 33 * * page 3, ligne 33 - page 4, ligne 1 * * figure 2 *	1,5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			H04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 15 Avril 1997	Examineur Lydon, M
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 (04/92) (P4/C22)